



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 10 746 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
B 24 B 53/075
B 23 F 21/02
B 24 B 53/14
B 23 F 5/04

21 Aktenzeichen: 199 10 746.7
22 Anmeldetag: 11. 3. 1999
43 Offenlegungstag: 14. 9. 2000

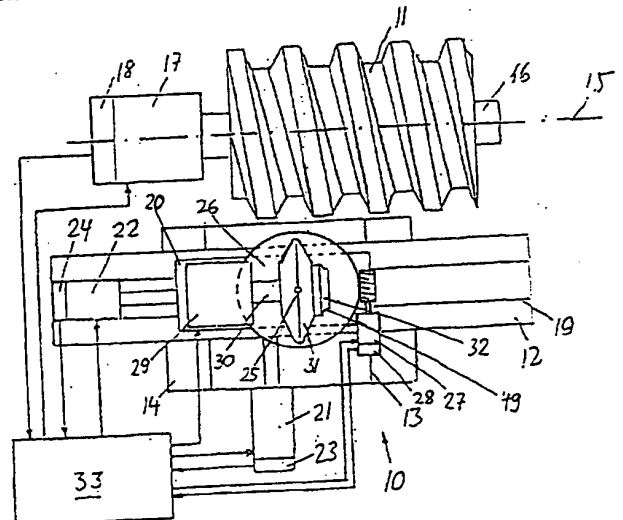
DE 199 10 746 A 1

71 Anmelder:
Reishauer AG, Wallisellen, CH
78 Vertreter:
Buse, Mentzel, Ludewig, 42275 Wuppertal

72 Erfinder:
Scacchi, Giorgio, Hinwil, CH
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE 37 15 271 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Vorrichtung und Verfahren zum Profilieren von Schleifschnecken
57 Koaxial zu einer Abrichtscheibe (31) ist auf der Abrichtspindel (30) eine Radiusformrolle (32) mit einem kegeltumpfförmigen Arbeitsbereich (48) und einem daran anschliessenden konkavtorusförmigen Arbeitsbereich (49) aufgespannt. In einem ersten Schritt werden mit der Scheibe (31) die Flanken (42, 43) des Schleifschneckengangs profiliert. Nach Verschwenken der Abrichtspindel (30) werden mit der Rolle (32) die beiden Kopfrundungsradien (46, 47) und der zylindrische Aussenumfang (45) profiliert. Das Verfahren ermöglicht bei geringem Umrichtaufwand und hoher Flexibilität ein Profilieren mit kurzen Abrichtzeiten.



DE 199 10 746 A 1

Eine der bekanntesten und weitverbreitesten Arten der Hartfeinbearbeitung von Verzahnungen, insbesondere Zahnradern, ist das Wälzschleifen der Zahnflanken mittels einer an ihrem Aussenumfang gewindeschneckenförmig profilierten zylindrischen Schleifscheibe, der sogenannten Schleifschnecke. Beim Schleifen des Zahnrades wird dieses mit der Schleifschnecke in wälzenden Eingriff gebracht, wobei die Zahnflanken des Zahnrades von den Schleifschneckenflanken und der Zahnlückenrund von der Kopfpartie der Schleifschnecke geschliffen werden. Dies bedeutet, dass vor dem Schleifen des Zahnrades der Schleifschneckenangang entsprechend der Zahnlückenform des Werkstücks vollständig profiliert werden muss.

Für das Profilieren der Schleifschnecke ist eine ganze Reihe von Verfahren bekannt, wobei das effizienteste und am weitesten verbreitete dasjenige ist, bei dem je eine Abrichtprofilscheibe für das Abrichten der linken und rechten Schneckenflanke und eine Formrolle für das Abrichten des Zahnkopfes der Schleifschnecke eingesetzt wird. Die drei zu einem Werkzeugsatz zusammengefassten Werkzeuge, bei denen die Aussenabmessungen der Formrolle der Fussausrundung und Zahnhöhe des jeweiligen Werkstücks entsprechen müssen, ermöglichen eine kurze Abrichtzeit, weil beim Abrichten alle ihre aktiven abrasiven, mit Hartstoffkörnern belegten Werkzeugoberflächen gleichzeitig im Einsatz sind. Dem Vorteil der hohen Effizienz dieser Abrichtmethode steht jedoch der Nachteil einer geringen Flexibilität oder eines hohen Einrichtaufwands gegenüber.

Bei einer anderen Methode wird mittels eines rotierenden, am aktiven Aussenumfang mit Hartstoffkörnern beschichteten Abrichtwerkzeugs das gesamte aktive Profil der Schleifschnecke in punktförmiger Berührung zeilenweise profiliert, und zwar derart, dass Zeile um Zeile in dichtem Abstand nebeneinander gelegt wird, bis das gesamte aktive Gangprofil abgerichtet ist. Diese Methode erfordert nur ein einziges Abrichtwerkzeug und ist äusserst flexibel in bezug auf die Ganglückenform. Sie hat aber den Nachteil, sehr langsam zu sein. Dieser Nachteil besteht z. T. auch dann noch, wenn wie in DE-OS 196 24 842 A1 das Zeilenprofilieren mit dem Einsatz von Abrichtprofilscheiben kombiniert wird.

Die vorliegende Erfindung setzt sich zum Ziel, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mittels derer trotz geringem Umricht- und Vorrichtungsaufwand und trotz hoher Flexibilität das Profilieren des gesamten aktiven Schleifschneckenprofils mit kurzen Abrichtzeiten möglich ist. Dies wird erfindungsgemäss erreicht durch die Kombination einer doppelseitig hartstoffbeschichteten Abrichtprofilscheibe zum Profilieren der beiden Schleifschneckenflanken und einer koaxial hierzu angeordneten umfangseitig mit Hartstoffkörnern beschichteten Radiusformrolle zum Profilieren des Zahnkopfes der Schleifschnecke, wobei die aktive Zone der Radiusformrolle geometrisch so gestaltet und angeordnet ist, dass sie durch axiales Verschieben und Schwenken der Abrichtspindel gegenüber der Schleifschnecke kollisionsfrei in Einsatz gebracht werden kann. Anstelle der doppelseitig hartstoffbeschichteten Profilscheibe kann z. B. auch die Kombination von zwei Einkegel-Abrichtscheiben zum Einsatz kommen.

Eine Variante der Erfindung ist das Abrichten des Schleifschneckenkopfes mittels eines auf dem Schwenksupport der Abrichtspindel fest eingespannten Radiusformwerkzeugs aus Hartstoff anstelle der obigen Radiusformrolle, wodurch eine Verkürzung der Verschiebewege der Abrichtvorrichtung zwischen dem Abrichten der Flanken und des Umfangs der Schleifschnecke erreicht werden kann.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der erfindungsgemässen Vorrichtung zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens erläutert. Darin zeigt:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Profilervorrichtung,

Fig. 2, 2a, 2b den Profilervorgang, und

Fig. 3a und 3b eine zweite Ausführungsform.

Fig. 1 zeigt eine Abrichteinrichtung 10 zum Profilieren einer Schleifschnecke 11. Die Abrichteinrichtung kann z. B. gemäss der DE-OS-197 06 867.7 ausgebildet sein. Sie umfasst einen Kreuzschlitten, wobei ein erster Schlitten 12 längs einer Führung 13 eines Maschinenständers 14 senkrecht zur Achse 15 der Schleifspindel 16 verschiebbar ist. Die Schleifschnecke 11 ist auf der Spindel 16 aufgespannt, welche durch einen Motor 17 angetrieben und mit einem Drehgeber 18 verbunden ist. Auf dem Schlitten 12 ist in einer zur Achse 15 parallelen Führung 19 ein zweiter Schlitten 20 verschiebbar geführt. Die Verschiebung der Schlitten 12, 20 erfolgt mit je einem Motor 21, 22 mit Wegrückführung 23, 24. Auf dem Schlitten 20 ist ein Drehteller 26 montiert, der um eine zur Achse 15 und zur Führung 13 senkrechte Achse 25 schwenkbar ist. Dessen Schwenkbewegung wird mittels eines weiteren Servomotors 27 mit Winkelgeber 28 gesteuert. Auf dem Drehtisch 26 ist ein Abrichtmotor 29 montiert, der die Abrichtspindel 30 treibt, auf welcher die Abrichtscheibe 31 und die Radiusformrolle 32 koaxial aufgespannt sind. Alle Servomotoren 17, 21, 22, 27, Weg- und Winkelgeber 18, 23, 24, 28 und der Motor 29 sind mit einer Steuereinrichtung 33 verbunden.

Abweichend von der Darstellung nach Fig. 1 kann für die Relativbewegung zwischen der Schleifschnecke 11 und den Abrichtwerkzeugen 31 und 32 auch die Schleifspindel 16 auf einem Kreuzschlitten, dafür der Schwenktisch 26 der Abrichtspindel 30 ständerfest montiert sein. Diese Variante ist vor allem dann vorteilhaft, wenn zum Schleifen der Werkstücke die Schleifschnecke 11 parallel und senkrecht zur Achse 15 bewegt wird. In diesem Fall können dieselben NC-Achsen der Maschine sowohl zum Schleifen als auch zum Abrichten eingesetzt werden, wie dies in der DE-OS 196 25 370.5 beschrieben ist.

Fig. 2 zeigt eine Detailansicht, bei der sich die Abrichtscheibe 31 mit der Schleifschnecke 11 zum Profilieren einer der beiden Schneckenflanken 42, 43 in Eingriff befindet.

In Fig. 2a befindet sich die Abrichtspindel 30 in der Position und Winkelstellung, in welcher der Umfang 45 und die linke Kopfabrundung 46 des Schleifschneckenangangs abgerichtet werden.

Fig. 2b zeigt die Stellung der Abrichtspindel 30 beim Profilieren der rechten Kopfabrundung 47 des Schleifschneckenangangs. Die Radiusformrolle 32 hat einen mit Hartstoffkörnern beschichteten kegelförmigen Abschnitt 48, der den zylindrischen Umfang 45 abrichtet, und einen tangential anschliessenden konkavtörusförmigen Abschnitt 49, dessen Krümmungsradius im Achsialschnitt dem Krümmungsradius der Kopfabrundungen 46, 47 entspricht oder grösser ist als dieser, wobei im letzten Fall die Radiusformrolle 32 universell einsetzbar ist, aber die Kopfabrundungen 46, 47 zeilenweise abgerichtet werden müssen.

Fig. 3a und 3b zeigen die Abrichtscheibe 31 und das auf dem um die Achse 25 drehbaren Drehteller 26 befestigte, nicht rotierende Radiusformwerkzeug 50 in zwei verschiedenen Ausbildungsformen.

Das Profilieren der Schleifschnecke 11 erfolgt in drei Schritten. Im ersten Schritt wird mit der Abrichtscheibe 31 das Flankenprofil 42, 43 und der Zahngrund 44 der Schleifschnecke 11 abgerichtet. Dabei befindet sich die Abrichtspindel 30 in der Stellung gemäss Fig. 1 und 2. Im zweiten Schritt werden mit der Radiusformrolle 32 der Umfang 45 und der linke Kopfradius 46 der Schleifschneckenflanke

profiliert, wobei zuvor die Abrichtspindel 30 um die Achse 25 in die Winkellage von Fig. 2a geschwenkt und durch Verschieben der Schlitten 12 und 20 in Eingriffstellung gebracht wurde. Danach wird im dritten Schritt der rechte Kopfradius 47 der Schleifschneckenflanke profiliert, wozu die Abrichtspindel 30 erneut geschwenkt und verschoben wird. Ihre Winkelposition entspricht im dritten Schritt der Anordnung von Fig. 2b.

Bei der Variante, bei der anstelle der Radiusformrolle 32 das feststehende Profilabrichtwerkzeug 50 aus Hartstoff zum Profilieren des Umfangs 45 und der Kopfradien 46, 47 des Schleifschneckenengangs eingesetzt wird, erfolgt das umfangseitige Abrichten der Schleifschnecke 11 in der in Fig. 3a und 3b dargestellten Winkelposition der Abrichtspindel 30, wobei das Radiusformwerkzeug 50 sich ähnlich einem Formdrehstahl beim Gewindedrehen mit dem Zahnkopf der Schleifschnecke 11 in Eingriff befindet. Je nach Anordnung des Werkzeugs 50 auf dem Schwenktisch 26 ist auch eine andere Winkelstellung möglich.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Profilieren einer Schleifschnecke (11) für das kontinuierliche Wälzschleifen von Verzahnungen, insbesondere von Zahnrädern, umfassend eine Schleifspindel (16) mit einer Schleifspindelachse (15), wobei auf der Schleifspindel (16) eine Schleifschnecke (11) aufgespannt ist, eine Abrichtspindel (30), auf der ein erstes Abrichtwerkzeug (31) zum Abrichten der Flanken (42, 43) des Schleifschneckenengangs aufgespannt ist, zwei Schlitten (12, 20), mit welchen die Abrichtspindel (30) relativ zur Schleifspindel (16) radial zustellbar und parallel zur Schleifspindelachse (15) verfahrbar ist, sowie einen Drehteller (26), der um eine zur Schleifspindelachse (15) senkrechte Achse (25) schwenkbar ist, und auf welchem die Abrichtspindel (30) drehbar gelagert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich ein zweites Abrichtwerkzeug (32, 50) zum Abrichten der Kopfabrundungen (46, 47) und des Aussenumfangs (45) des Schleifschneckenengangs mit dem Drehteller (26) schwenkbar ist, und dass durch Verschieben des Drehtellers (26) und Verschieben mittels der Schlitten (12, 20) nacheinander das erste und zweite Abrichtwerkzeug (31, 32, 50) in Eingriff mit der Schleifschnecke (11) bringbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das zweite Abrichtwerkzeug eine mit Hartstoffkörnern beschichtete Radiusformrolle (32) ist, die koaxial zum ersten Abrichtwerkzeug (31) auf der Abrichtspindel (30) aufgespannt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der aktive Bereich der Radiusformrolle (32) einen konkav-torusförmigen Abschnitt (49) aufweist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der aktive Bereich der Radiusformrolle (32) zusätzlich einen tangential an den torusförmigen Abschnitt (49) anschliessenden kegelstumpfförmigen Abschnitt (48) aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das zweite Abrichtwerkzeug (50) ein mit dem Drehteller (26) fest verbundenes Profilabrichtwerkzeug ist, das im Arbeitsbereich aus Hartstoff, insbesondere Diamant oder CBN besteht.
6. Verfahren zum Profilieren einer Schleifschnecke (11) für das kontinuierliche Wälzschleifen von Verzahnungen, insbesondere von Zahnrädern, wobei eine Abrichtspindel (30) relativ zu einer Schleifspindel (16), auf welcher die Schleifschnecke (11) aufgespannt wird, parallel und senkrecht zur Schleifspindelachse (15)

verfahrbar ist und auf der Abrichtspindel (30) ein mit Hartstoffkörnern beschichtetes erstes Abrichtwerkzeug (31) befestigt wird, mit welchem die Flanken (42, 43) des Schleifschneckenengangs profiliert werden, wobei die Abrichtspindel (30) zusätzlich relativ zur Schleifspindel (16) um eine zur Schleifspindelachse (15) senkrechte Schwenkachse (25) schwenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Abrichtwerkzeug (32, 50) eingesetzt wird, welches gemeinsam mit der Abrichtspindel (30) relativ zur Schleifspindel (16) geschwenkt wird, dass mit dem zweiten Abrichtwerkzeug (32, 50) der Kopfbereich (45-47) des Schleifschneckenengangs bearbeitet wird, und dass die Flanken (42, 43) und der Kopfbereich (45-47) in aufeinanderfolgenden Schritten profiliert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei als zweites Abrichtwerkzeug eine Radiusformrolle (32) eingesetzt wird, die koaxial zum ersten Abrichtwerkzeug (31) auf die Abrichtspindel (30) aufgespannt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das zweite Abrichtwerkzeug starr auf einem Träger (26) angeordnet wird, auf welchem die Abrichtspindel (30) drehbar gelagert ist.

9. Profilierwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 7, umfassend eine Radiusformrolle (32), die an ihrer aktiven Oberfläche mit Hartstoffkörnern beschichtet ist, wobei die aktive Oberfläche einen konkav-torusförmigen Abschnitt (49) aufweist.

10. Profilierwerkzeug nach Anspruch 9, wobei die aktive Oberfläche zusätzlich einen kegelstumpfförmigen Abschnitt (48) aufweist, der tangential an den torusförmigen Abschnitt (49) anschliesst.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 2 b

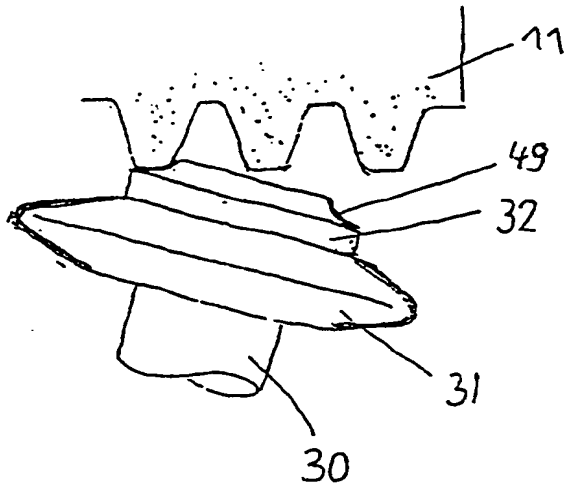


Fig. 3 a

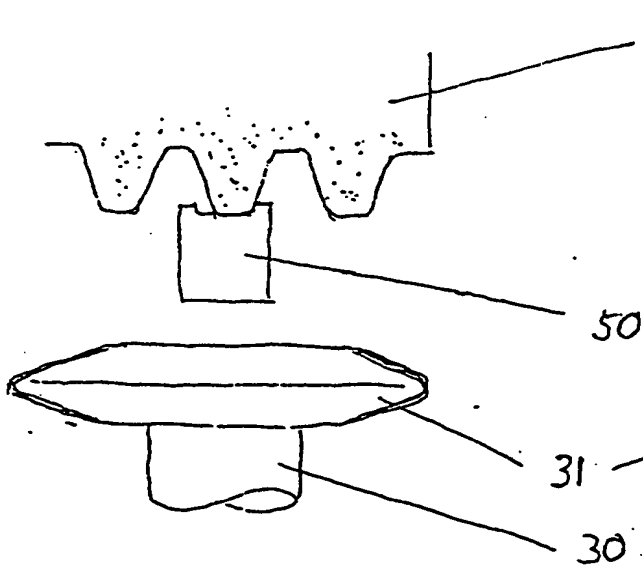


Fig. 3 b

